Odbitka z Igo tomu Spraw. Wydz. mat przyrod. Akad. Umiejęt.

NIEKTÓRE DOŚWIADCZENIA nad oddychaniem porostów.

Przez

Dra Emila Godlewskiego.

Jak w ogóle nad żywieniem się porostów, tak i w szczególności nad wymianą gazów odbywającą się przy sprawach ich życia, nie mamy dotąd prawie żadnych prac doświadczalnych; a jednak, już ze względu na owę złożoność porostów z dwóch oddzielnych organizmów: z wodorostów i grzybów, żywienie się porostów nie mało zaciekawia. Nie może ulegać wątpliwości, że wodorosty w skład porostów wchodzące, tak samo jak i wolne, muszą rozkładać gaz kwas węglowy i wytwarzać z niego i z wody materyją organiczną, wydzielając równocześnie tlen. Z drugiéj strony grzyb musi bezustannie, w dzień i w nocy, oddychać przeto pochłaniać tlen a wydzielać kwas węglowy, tém samém zaś zużywać bezustannie materyją organiczną. Z tego wynika, że jeżeli porost nie pobiera gotowéj materyi organicznéj z podłoża, to węgiel przyswojony z gazu kwasu węglowego przez wodorost nietylko musi pokryć stratę, jaką ten ostatni sam przez oddycha-

nie ponosi, ale także musi zastąpić ten węgiel, który przez oddychanie grzyba zużyty został; dopiero reszta węgla przyswojonego, która po pokryciu tych strat pozostaje, może być zużytą do wzrastania porostu. Dlatego to dziwić się nie możemy, że wzrost porostów tak wolno się odbywa, zwłaszcza téż, że w wielu z nich tkanka grzyba o wiele nad wodorostem przeważa. Skoro jednak porosty rosną i to często na gołych skałach, gdzie o pobieraniu gotowych materyj organicznych z podłoża nie może być mowy, to przyswajanie węgla przez wodorost musi przeważać nad jego zużyciem przez oddychanie całego porostu. Ale jeżeli zapytamy się, jak silném jest oddychanie porostów, a jak silnym rozkład gazu kwasu węglowego dokonywany przez nie, to w dotychczasowém piśmiennictwie nie znajdziemy żadnych w tym względzie danych, i tęto lukę niniejsza praca ma w części wypełnić.

Porosty przedstawiają jeszcze i tę godną uwagi okoliczność, że głównie rosną i żyją w zimie i z początkiem wiosny, gdy mają dużo wilgoci; w lecie zaś, z powodu wyschnięcia, są one niejako w uśpieniu, rosną więc w czasie, kiedy warunki podniebne dla reszty roślinności są z powodu niskiéj ciepłoty nieprzyjazne. To każe przypuszczać, że już w bardzo niskiéj ciepłocie sprawy żywotne porostów odbywać się mogą; wpływ zatém ciepłoty na też sprawy więcéj tu jak gdzieindziéj przedstawia zajęcia, i ten téż wpływ w doświadczeniach poniżéj opisanych, miałem na uwadze.

Z powodu mechanicznych trudności, jakie przy badaniu rozkładu gazu kwasu węglowego napotkałem, a do których przezwyciężenia nie miałem już czasu,

doświadczenia wykonane odnoszą się tylko do zachowania się porostów w ciemności, to jest do oddychania, badania zaś rozkładu gazu kwasu węglowego do przyszłéj odłożyłem zimy.

Doświadczenia robione były z Borrerą rzęsowaną *(Borrera ciliaris)*, zebraną dla mnie przez kolegę mego Janczewskiego, który mnie téż do zajęcia się sprawą żywienia się porostów zachęcał.

Doświadczenia moje już nie po raz pierwszy robiłem w pracowni chemicznéj Prof. Czyrniańskiego, dlatego uważam sobie za miły obowiązek podziękować temuż Profesorowi za pozwolenie miejsca tamże.

Metoda, któréj w doświadczeniach moich się trzymałem, była następująca: Wilgotny porost kładłem do zwykłéj rurki eudyjometrycznéj i przystępowałem do oznaczenia jego objętości. Czynność tę uskuteczniałem, puszczając z biurety do eudyjometru z porostem wodę, aż póki porost zupełnie nią nie był zakryty; wtedy odczytywałem na eudyjometrze objętość wody z porostem, a odejmując od tego odczytaną na biurecie objętość wpuszczonéj wody, znajdowałem objętość porostu. Po wylaniu wody zanurzałem eudyjometr w wanience rtęciowéj, i rtęć w eudyjometrze podnosiłem za pomocą rurki kauczukowéj. Ażeby przy wyciąganiu powietrza gaz kwas węglowy z ust nie przechodził do eudyjometra, nie brałem rurki kauczukowéj wprost w usta, ale między nią a ustami umieszczałem flaszeczkę z wodą, jak do płukania gazów, tak, że powietrze, nim z eudyjometru przeszło do ust, musiało przejść przez wodę. która tamowała wejście powietrza z ust do eudyjometru. Po podniesieniu rtęci i wyjęciu rurki kauczukowéj, pozostawiłem czas jakiś (¹/₄ godziny)

przyrząd w spokoju dla ustalenia się ciepłoty, a następnie przystępowałem do odczytania objętości powietrza w rurce. Wszystkie podane objętości odniesione są do stanu suchości w ciepłocie 0° i 1 metra ciśnienia. według znanéj formuły:

$$lg V = lg(v \pm m) + lg(b - b' - b'') - lg(1 + 0{,}00366 t).$$

Oczywiście, że obok saméj objętości gazów i wysokości rtęci w rurce, odczytywano temperaturę i ciśnienie barometryczne; a od odczytanéj objętości gazów przed wprowadzeniem jéj w rachunek redukcyjny, odejmowano objętość gazów. Następnie za pomocą długiéj w końcu zakrzywionéj rurki służącéj za pipetę, wprowadzano około $^1/_2$ centymetra sześciennego stężonego roztworu wodnika potasowego, dla pochłaniania wydzielanego przez porost gazu kwasu węglowego, a na eudyjometr nakładano rurkę z czarnego papieru, aby porost był umieszczony w ciemności.

Teraz tlen powietrza w rurce zamkniętego był przez porost pochłaniany i zużywany do wytwarzania gazu kwasu węglowago; ten znów w miarę jak się wydzielał, był wziewany przez wodnik potasowy,— w skutek czego objętość powietrza się zmniejszała. Co 12 lub 24 godzin odczytywano objętość powietrza, a zmniejszenie się jéj okazywało ilość tlenu pochłoniętego przez porost. Ponieważ w miarę pochłaniania tlenu częściowe jego ciśnienie w eudyjometrze się zmniejsza, a ta zmiana może mieć wpływ na szybkość oddychania, dlatego obok cyfr wyrażających ilość pochłoniętego tlenu, podane są częściowe ciśnienia tlenu.

Doświadczenie I.

Dnia 15 Lutego o godz. 10 rano 2,3 cc. porostu zamknięto w 36,59 cc. powietrza i umieszczono w ciemności.

Czas odczytania	Ciepłota	Średnie ciśnienie tlenu przez 24 godzin upłynionych do odczytania	Zmniejszenie objętości czyli ilość pochłoniętego tlenu	Ilość pochłoniętego tlenu w ciągu 24 godzin wyrażoną w objętościach porostu
16 Lutego 10r.	17·1	0·1000	2·50	1·09
17 „ „	17·6	0·0655	2·07	0·90
18 „ „	17·8	0·0314	2·14	0·93
19 „ „	17·2	0·0057	0·89	0·39
20 „ „	16·6	0·0000	+ 0·62	0·00

W ostatnim dniu objętość zaczęła się zwiększać; całkowite zmniejszenie objętości do 19 Lutego wynosiło 7·60 cc., co obliczone na 36·59 cc. pierwotnéj objętości powietrza, daje zmniejszenie się téj objętości o 20·77 %, a więc prawie ściśle o tę ilość, jaka odpowiada ilości tlenu znajdującego się w powietrzu. Doświadczenie to zatém pokazuje, że tlen w powietrzu się znajdujący może być całkowicie przez porost pochłonięty i na gaz kwas węglowy zamieniony, tak, że gdybyśmy innych środków chemicznych do pochłonięcia tlenu nie mieli, możnaby używając porostu wykonać analizę powietrza. Daléj doświadczenie to uczy nas, że póki tlen w powietrzu się znajduje, oprócz gazu kwasu węglowego żadnych innych gazów porost z siebie nie wydziela, bo inaczéj gaz ten nie będąc pochłoniony przez wodnik potasowy, musiałby zwięk-

szyć objętość powietrza, i nie moglibyśmy otrzymać zmniejszenia się téj objętości, odpowiadającego całkowitéj ilości znajdującego się w powietrzu tlenu. Widzimy daléj, że pochłanianie tlenu przez porost stosunkowo bardzo mało od częściowego ciśnienia tlenu zależy.

Też same zupełnie wypadki zobaczymy w dwóch drugich doświadczeniach, z których poznamy jeszcze wpływ ciepłoty na oddychanie Borrery.

Doświadczenie 2.

Dnia 28 Lutego o godzinie 9 rano zamknięto 1·5 cc. porostu w 22·57 cc. powietrza, a po wpuszczeniu wodnika potasowego umieszczono w ciemności.

Czas odczytania	Ciepłota	Ciśnienie tlenu	Zmniejszenie objętości czyli ilość pochłoniętego tlenu	Tlen pochłonięty w ciągu 24 g. wyrażony w objętości porostu
28 Lutego 9 g. w.	19·4	0·1408	0·87	0·98
1 Marca 10 „ r.	21	0·1190	0·77	
„ „ 9½ „ w.	18·6	0·0923	0·76	0·97
2 „ „ „ r.	17·2	0·0761	0·67	
„ „ „ „ w.	19	0·0527	0·79	1·00
3 „ 10 „ r.	15·55	0·0263	0·75	
„ „ „ „ w.	17·0	0·0095	0·19	0·23
4 „ „ „ r.	17·95	0·0030	0·16	
„ „ „ „ w.	18	—	+0·06	
5 „ „ „ r.	17·3	—	+0·30	

Współcześnie z tém doświadczeniem, w innym pokoju nie opalonym umieszczono rurkę, w któréj zam-

knięte były 4 cc. porostu w 37·48 cc. powietrza. Nad rtęć wpuszczono także nieco wodnika potasowego i rurkę także czarnym papierem przysłoniono.

Czas odczytania	Ciepłota	Średnie ciśnienie tlenu	Zmniejszenie objętości czyli ilość pochłoniętego O	Ilość pochłoniętego w ciągu 24 godz. O wyrażona w objętościach porostu
28 Lut. 9½ g. w.	9·2	0·1014	1·14	0·55
1 Marca „ „	8·6	0·0847	1·96	0·49
2 „ „ „	8·4	0·0734	1·07	0·27
3 „ „ „	7·7	0·0581	0·89	0·22
4 „ „ „	8·9	0·0425	1·07	0·27
5 „ „ „	8·5	0·0299	1·05	0·26
6 „ „ r.	6·4	0·0115	0·49	0·12
„ „ „ w.	7·8	0·0036	0·40	0·10
7 „ „ r.	9·2	0·0000	+0·22	—

Widzimy, że wyniki tych dwóch doświadczeń są zupełnie zgodne z wypadkami pierwszego. Całkowite zmniejszenie objętości wynosiło w pierwszym z nich 4·96 cc. a więc 21·97% pierwotnéj objętości powietrza, w drugim 8·07 cc., a przeto 21·53% pierwotnéj objętości,— i te zatém liczby są bardzo bliskie ilości tlenu w stu częściach powietrza zawartego, co dowodzi, że tlen powietrza całkowicie przez porost pochłoniętym i na gaz kwas węglowy zamienionym został, i że przy tém żaden inny gaz prócz gazu kwasu węglowego przez porost wydzielony być nie mógł. Ten ostatni wypadek o tyle jest ważnym, że niektórzy au-

torowie [1]) wspominają o wydzielaniu się wodu przy oddychaniu grzybów, co zapewne przypisać należy chorobliwemu rozkładowi tkanki grzyba. W powyższych doświadczeniach wtedy dopiéro inne gazy oprócz gazu kwasu węglowego zaczęły być wydzielanémi, gdy tlen w powietrzu porost otaczającém wcale się już nie znajdował, a porost zmuszony był utrzymywać się przy życiu przez oddychanie wewnętrzne. Jakim jest gaz, który przy tém ostatniém oddychaniu obok gazu kwasu węglowego się wytwarza, bliżéj nie badałem Co do ilości pochłoniętego w danym czasie gazu kwasu węglowego przez porost Borrerę, to jak pierwsze dwa doświadczenia zgodnie pokazują w ciepłocie około 17° C., porost ten zużywa w ciągu doby objętość tlenu mniéj więcéj równą swéj własnéj objętości, a w ciepłocie 7—9° C. zaledwo $^1/_3$ téj objętości. Że liczby ostatniego doświadczenia znaczniejsze przedstawiają między sobą różnice, pochodzi to ztąd, iż ciepłota pokoju kilkakrotnie w czasie doświadczenia (z powodu silnego napalenia w sąsiednim pokoju) na kilka godzin o kilka stopni nad średnie cyfry tu podane podniosła się była. W każdym razie i przy niskiéj ciepłocie porost był w stanie, choć stosunkowo znacznie wolniéj, całkowicie tlen z eudyjometru pochłonąć.

Ta własność całkowitego pochłaniania tlenu z powietrza, z którém w zetknięciu roślina się znajduje, nie samym tylko porostom jest właściwą. Niedawno Brefeld wykazał, że drożdże do swego wzrostu po-

---

[1]) Humboldt, Marcet przytoczeni w: Sachsa *Experimentalphysiologie*, s. 273.

trzebują koniecznie tlenu wolnego, ale że najmniejsze ślady tego gazu w powietrzu się znajdujące, już mogą być przez nie zużytkowanemi, i że nawet wzrost drożdży w pewnym gazie jest odczynnikiem na tlen czulszym, niż jakikolwiek inny. Marcet [1]) podaje doświadczenie z Kurzawką olbrzymią *(Lycoperdon Bovista)*, której 130 gran w ciągu 9 godzin pochłonęły całkowicie tlen ze 111 cc. powietrza.

Jak się zdaje. to i nasiona kiełkujące wyższych roślin są także w stanie tlen powietrza całkowicie pochłonąć, nie wydzielając przy tém prócz gazu kwasu węglowego żadnych innych gazów. Dokładniejszych doświadczeń w tym względzie wprawdzie nie robiłem, jednak zamknąwszy korkiem kauczukowym z rurką dwa razy zgiętą i zanurzoną w rtęci słoik, w którym znajdowały się nasiona Pszenicy, a obok nich w małéj rurce nasycony roztwór wodnika potasowego, zauważyłem podniesienie się rtęci do 160 millimetrów, a więc wyżéj niż do $^1/_5$ ciśnienia atmosferycznego, — prawdopodobnie więc tlen z powietrza w słoiku zamkniętego całkowicie pochłonięty być musiał. Używając do doświadczenia nasion Rzodkwi, otrzymałem także podniesienie się rtęci przeszło nad 150 millimetrów.

Wypadki powyżéj opisanych doświadczeń nad oddychaniem Borrery, dadzą się streścić w następujących punktach:

1) Porost Borrera umieszczony w ciemności w naczyniu zamkniętém. pochłania w krótszym lub dłuższym przeciągu czasu tlen i zużywa go do wytworzenia gazu kwasu węglowego.

---

[1]) *l. c.*

2) Prócz gazu kwasu węglowego żadne inne gazy nie wydzielają się przy oddychaniu Borrery.

3) Szybkość pochłaniania tlenu wzrasta z ciepłotą, w téjże około 17°, pochłania ten porost w ciągu doby równą własnéj objętość tlenu.

4) Częściowe ciśnienie tlenu, byle nie było zbyt małém, zdaje się bardzo mało albo wcale nie wpływać na oddychanie.
